

JP 2001-248682

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-248682

(P2001-248682A)

(43) 公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51) Int.Cl.  
F 16 F 15/02  
15/03  
F 25 B 9/14 520

F I  
F 16 F 15/02  
15/03  
F 25 B 9/14 520 E

テーマト<sup>+</sup> (参考)  
A 3 J 0 4 8  
C  
Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 OL (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2000-61781(P2000-61781)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(22) 出願日 平成12年3月7日 (2000.3.7)

(72) 発明者 伊藤 和雄

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(74) 代理人 100090181

弁理士 山田 義人

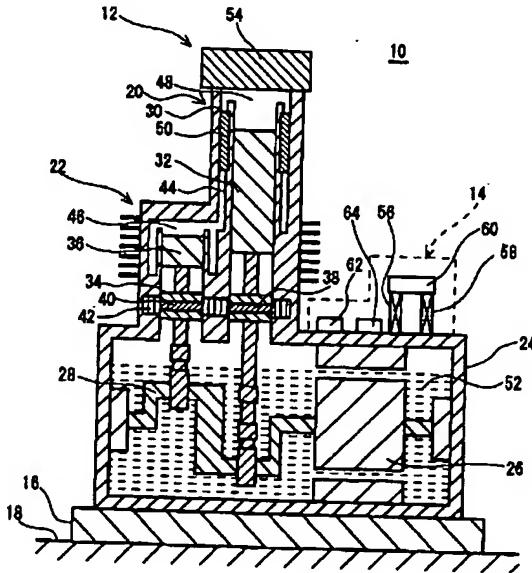
F ターム(参考) 3J048 AB11 AD01 BF13 EA08

(54) 【発明の名称】 反復運動装置及び冷凍装置

(57) 【要約】

【構成】 反復運動装置の一例である冷凍装置10は振動防止装置として動吸振器系14を含み、この動吸振器系14はばね定数可変型磁気56と粘性係数可変型磁気ダンバ58とを介して補助質量60が冷凍装置本体12に接続されて構成している。そして、電動モータ26の駆動源により冷凍装置本体12が稼動されて振動が発生すると、振動センサ62で検出された信号が制御部のマイコン64に入力され、マイコンは内部処理を実行してばね定数k及び粘性係数cを電磁石の磁束変化により自動的に変更して、冷凍装置本体12に接続された補助質量60が逆位相で振動し、電源周波数に対応した冷凍装置本体12の振動を吸収する。

【効果】 補助質量60と共に動吸振器系14を構成する磁気ばね56のばね定数kおよび磁気ダンバ58の粘性係数cを振動周波数に対応して可変にしているので、変化する振動状況に応じた制振が可能となる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】稼動状態で反復運動する反復運動部材を複数個含むと共に前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を防止するための振動防止手段を備え、前記振動防止手段が振動可能な補助質量の振動によって前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を吸収する動吸振器系を含む、反復運動装置において、

前記動吸振器系は、前記補助質量を弾性的に支持するばね定数可変型磁気ばね、前記反復運動装置の振動を検出する検出手段、および前記検出手段からの検出信号に基づいて前記磁気ばねのばね定数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、反復運動装置。

【請求項2】前記動吸振器系は、さらに粘性係数可変型磁気ダンパを含む、請求項1記載の反復運動装置。

【請求項3】前記磁気ばねまたは前記磁気ダンパは、電磁石を用いて磁束の変化によりばね定数または粘性係数を変更可能とする、請求項1または2記載の反復運動装置。

【請求項4】稼動状態で反復運動する反復運動部材を複数個含むと共に前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を防止するための振動防止手段を備え、前記振動防止手段が振動可能な補助質量の振動によって前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を吸収する動吸振器系を含む、反復運動装置において、

前記動吸振器系は、前記補助質量を支持する弾性体と粘性係数可変型磁気ダンパ、前記反復運動装置の振動を検出する検出手段、および前記検出手段からの検出信号に基づいて前記磁気ダンパの粘性係数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、反復運動装置。

【請求項5】圧縮シリンダ内で反復運動する反復運動部材と、膨張シリンダ内で反復運動する反復運動部材とを備え、前記圧縮シリンダ内で圧縮された作動媒体を放熱した後に前記膨張シリンダ内で膨張させてこの膨張シリンダ内で冷熱を発生させると共に前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を防止するための振動防止手段を備え、前記振動防止手段が振動可能な補助質量の振動によって前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を吸収する動吸振器系を含む、冷凍装置において、前記動吸振器系は、前記補助質量を弾性的に支持するばね定数可変型磁気ばね、前記冷凍装置の振動を検出する検出手段、および前記検出手段からの検出信号に基づいて前記磁気ばねのばね定数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、冷凍装置。

【請求項6】圧縮シリンダ内で反復運動する反復運動部材と、膨張シリンダ内で反復運動する反復運動部材とを備え、前記圧縮シリンダ内で圧縮された作動媒体を放熱した後に前記膨張シリンダ内で膨張させてこの膨張シリンダ内で冷熱を発生させると共に前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を防止するための振動防止手段を備え、前記振動防止手段が振動可能な補助質量の振

動によって前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を吸収する動吸振器系を含む、冷凍装置において、前記動吸振器系は、前記補助質量を支持する弾性体と粘性係数可変型磁気ダンパ、前記冷凍装置の振動を検出する検出手段、および前記検出手段からの検出信号に基づいて前記磁気ダンパの粘性係数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、冷凍装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

10 【産業上の利用分野】この発明は反復運動装置及び冷凍装置に関し、特にたとえば動吸振器系を用いた制振機構を搭載することにより反復動作に伴い発生する振動を吸収し、騒音を低減することができる反復運動装置及び冷凍装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】反復運動部材としてのピストンがシリンダ内を反復運動する反復運動装置としては、例えばシリンダ内でピストンにより閉じられた空間の体積変化を利用した真空ポンプや圧縮ポンプといったポンプ類やエンジン、複数のシリンダ及びピストンを組み合わせて作動媒体を圧縮、および膨張させて冷熱を取り出す冷凍装置がある。このような冷凍装置の一例であるスターリング冷凍装置は、極低温を実現する装置として注目されている。そして、各種赤外線センサ、超伝導デバイスの冷却用やバイオメディカル用フリーザー等に広く利用されようとしている。

20 【0003】例えば図7に模式的に示される従来の冷凍装置1においては、圧縮シリンダ内を反復移動するピストン2と、膨張シリンダ内を反復移動するディスプレーサ3とが、図示のように略90°の角度を保つように配置されている。そして、電動モータを構成するロータ4の回転がクラランク回転軸5の各クラランク部5aと5bにより反復運動に変換されて、ピストン2とディスプレーサ3とが反復運動するようになっている。

30 【0004】このクラランク回転軸5のクラランク部5aと5bとでは、回転位相差が90°ずれており、その結果ピストン2の反復動作とディスプレーサ3の反復動作とが90°の回転位相差分だけずれるように構成されている。

40 【0005】そして、クラランク回転軸5の各クラランク部5aおよび5bには回転バランサ6および7がそれぞれ設けられ、クラランク部5aの偏心量によって生じる遠心力を回転バランサ6により打ち消し、別のクラランク部5bの偏心量によって生じる遠心力を回転バランサ7により打ち消して、クラランク回転軸5のランク部5aおよび5bの回転不釣合により生じる振動を極力抑えるようにしている。

50 【0006】上述の構成であれば各クラランク部5aおよび5bに回転バランサ6および7をそれぞれ付加しなければならず、機構が大型化、複雑化するという問題があ

る。また、偶力が完全には釣り合っていないために振動が発生するという問題もある。

【0007】その結果、冷凍装置の先端部に形成されるコールドヘッド等に発生した冷熱を伝達するためのパイプ等の部材に振動が伝わることになる。このパイプ等は極度に冷却されるために力学的強度が低下(脆化)している。このように強度の低い部材に振動による余計な力が加わるので、冷凍装置自身の信頼性が低下するという欠点が生じる。

【0008】そこで、ピストン2やディスプレーサ3からなる複数個の反復運動部材の反復運動に対して逆方向に反復運動するカウンターバランサをそれぞれ設け、このカウンターバランサの反復運動により反復運動部材の反復運動に起因した慣性力を打ち消すように考えられる。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなカウンターバランサ方式の場合、複数の反復運動部材のそれぞれに対応してカウンターバランサを設ける必要があり、しかも、これらのカウンターバランサを反復運動部材の反復運動とは逆方向に反復移動させなければならず、それに伴いカウンターバランサの反復運動機構も複雑となり装置も大型化するという新たな問題が発生する。

【0010】また、反復運動部材をクランク回転軸により駆動する駆動源、例えば電動モータも使用地域(関東と関西)により電源周波数が50Hz/60Hz異なるためにその対応も考慮しなければならないという問題もある。

【0011】このような稼動に伴い発生する振動による不都合は、上述の冷凍装置では、特に大きな問題となるが、振動による信頼性の低下や騒音の発生といった問題は、冷凍装置に限らず、一般的な反復運動装置にも生じる問題である。

【0012】それゆえに、この発明の主たる目的は、反復運動部材の稼動に伴って発生する振動や騒音を防止し、信頼性の高い反復運動装置及び冷凍装置を提供する。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】この発明は、稼動状態で反復運動する反復運動部材を複数個含むと共に前記複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を防止するための振動防止手段を備え、この振動防止手段が振動可能な補助質量の振動によって複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を吸収する動吸振器系を含む、反復運動装置において、動吸振器系は、補助質量を弾性的に支持するばね定数可変型磁気ばね、反復運動装置の振動を検出する検出手段、および検出手段の検出信号に基づいてこの磁気ばねのばね定数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、反復運動装置である。

【0014】また、この発明は、上述の反復運動装置において、動吸振器系は、補助質量を支持する弾性体と粘性係数可変型磁気ダンバ、反復運動装置の振動を検出する検出手段、および検出手段の検出信号に基づいてこの磁気ダンバの粘性係数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、反復運動装置である。

【0015】さらに、この発明は、圧縮シリング内で反復運動する反復運動部材と、膨張シリング内で反復運動する反復運動部材とを備え、圧縮シリング内で圧縮された作動媒体を放熱した後に膨張シリング内で膨張させてこの膨張シリング内で冷熱を発生させると共に複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を防止するための振動防止手段を備え、この振動防止手段が振動可能な補助質量の振動によって複数個の反復運動部材の反復運動に伴う振動を吸収する動吸振器系を含む、冷凍装置において、動吸振器系は、補助質量を弾性的に支持するばね定数可変型磁気ばね、反復運動装置の振動を検出する検出手段、および検出手段の検出信号に基づいてこの磁気ばねのばね定数を変更する制御手段を含むことを特徴とする、冷凍装置である。

#### 【0016】

【作用】反復運動部材の反復運動により生じる反復運動装置の振動は、補助質量とこの補助質量を弾性的に支持するばね定数可変型磁気ばねまたは粘性係数可変型磁気ダンバを含む動吸振器系の振動により相殺されて吸収される。

【0017】また、冷凍装置における複数の反復運動部材の反復運動により生じる振動は、補助質量とこの補助質量を弾性的に支持するばね定数可変型磁気ばねまたは粘性係数可変型磁気ダンバを含む動吸振器系の振動により相殺されて吸収される。

#### 【0018】

【発明の効果】この発明によれば、補助質量と少なくともばね定数可変型磁気ばねにより複数の反復運動部材の振動を電源周波数に対応して防止することができ、振動防止手段が小型化・簡易化された反復運動装置、例えば冷凍装置を提供できる。

【0019】また、磁気ばねのばね定数あるいは磁気ダンバの粘性体を電磁石の磁束変化で可変にすることにより、反復運動部材の駆動源の電源周波数50Hz/60Hzに対応したばね定数あるいは粘性係数の切替えに加え、運転中に振動状況が変化する場合への対応が可能となり、変化する振動状況に応じた制振が実現できる。

【0020】この発明の上述の目的、その他の目的、特徴および利点は、図面を参照して行う以下の実施例の詳細な説明により一層明らかとなろう。

#### 【0021】

【実施例】図1に示す反復運動装置の一実施例であるスターリング冷凍装置10は、冷凍装置本体12と振動防止装置として動吸振器系14を含み、弾性体と粘性体の

双方の挙動を示すゴム板16を介して設置面18に設置されている。冷凍装置本体12には、冷熱を発生させる膨張機20と、この膨張機20において膨張されたヘリウムガス等の作動ガス媒体を受け取り圧縮して戻す圧縮機22、および膨張機20と圧縮機22を並列状態に接続するクランク室24を含む。

【0022】クランク室24には、膨張機20と圧縮機22とを駆動する駆動源としての電動モータ26とクランク28とが設けられている。また、膨張機20の膨張シリンダ30に内蔵された膨張シリンダ用反復運動部材としてのディスプレーサ32と、圧縮機22の圧縮シリンダ34に内蔵された圧縮シリンダ用反復運動部材としての圧縮ピストン36とは、駆動源としてのクランク28に連結されて、互いに90°位相がずれた状態で往復運動する。

【0023】膨張シリンダ30及び圧縮シリンダ34とクランク室24とを仕切るシール部38及び40が、シール止め42により固定されて設けられている。このシール止め42は、膨張機20と圧縮機22とに跨って設けられ、一体成形により構成されている。

【0024】膨張シリンダ30の膨張空間部と圧縮シリンダ34の圧縮空間部とは、作動ガス通路44によって互いに連通されている。これにより、圧縮シリンダ34内に形成される圧縮空間46と膨張シリンダ30内に形成される膨張空間48とが、蓄冷材50を介して作動ガス通路44によって連通されることになる。なお、クランク室24には潤滑オイル52が注入されている。

【0025】次に図2を参照してこの冷凍装置10の動作について説明する。但し、横軸に時間T、縦軸にストロークSをとっている。

【0026】図2において、冷凍装置10のディスプレーサ32が、曲線B及びCの如く往復運動すると同時に、圧縮ピストン36が曲線Dの如く往復運動することによって、膨張シリンダ30の膨張空間48は、直線Aと曲線Bに挟まれた幅領域で容積変化し、圧縮シリンダ34の圧縮空間46は、曲線Cと曲線Dに挟まれた幅領域で容積変化することになる。

【0027】この結果、図2の①の行程では、圧縮空間46内の作動ガスが等温圧縮され、作動ガス通路44を経て膨張シリンダ30内へ流入する。この作動ガスは、②の行程で蓄冷材50を通過し、蓄冷材50と熱交換を行って温度低下する(定積冷却)。そして、蓄冷材50を通過した作動ガスは、③の行程で膨張シリンダ30の膨張空間48へ流入し、その後ディスプレーサ32の降下に伴って等温膨張する。次に、④の行程では、膨張空間48内の作動ガスがディスプレーサ32の上昇に伴って蓄冷材50を通過し、この蓄冷材50と熱交換を行って温度上昇した後、作動ガス通路44を経て再び圧縮空間46へ導入される(定積加熱)。

【0028】この結果、膨張シリンダ30は頭部に設け

られたコールドヘッド54が冷却される。

【0029】さて、反復運動部材であるディスプレーサ32と圧縮ピストン36とが駆動源である電動モータ26とクランク28により駆動されると往復運動して冷凍装置本体12が稼動し、この稼動に伴い冷凍装置10に振動が発生する。この振動は駆動源の電源周波数(50Hz/60Hz)により影響を受けるものである。

【0030】そのため、この発明においては振動防止装置として駆動源の電源周波数に対応した動吸振器系14が、冷凍装置本体12のクランク室24の上部に接続して設けられている。

【0031】この動吸振器系14は、弹性体としてばね定数可変型磁気ばね56と粘性体として粘性係数可変型磁気ダンパ58とを介して補助質量60が冷凍装置本体12に接続されて構成される。その結果、冷凍装置10の稼動に伴い冷凍装置本体12に振動が発生した場合、この振動は、適切に設定された磁気ばね56及び磁気ダンパ58を介在して支持される補助質量60が受動的に逆位相で振動することにより打ち消されて防止される。

【0032】すなわち、様々な振動状況に応じて磁気ばね56のばね定数k及び磁気ダンパ58の粘性係数cを電磁石を用いて磁束の変化により変更可能なものとしている。

【0033】なお、以下の説明においては、可動側が補助質量60に取り付けられ、固定側が冷凍装置本体12に取り付けられている。

【0034】このことを前提にして、先ず図3に示されるばね定数可変型磁気ばね56の構成例について説明する。

【0035】図3において、磁気ばね56は、可動側永久磁石群56aと磁束調整用の固定側電磁石群56bことで構成される。なお、この可動側永久磁石群56aは電磁石であっても良い。

【0036】そして、可動側永久磁石群56aと固定側電磁石群56bの対向している1組のN極とS極に対して、吸引力F、この吸引力Fと移動方向とのなす角θ、移動量x、空隙δとすると、戻そうとする力Fxは、数1で示される。

【0037】

【数1】 $F_x = F \cdot \cos\theta$

但し、θに関しては、 $\tan\theta = \sin\theta / \cos\theta = \delta / x$ の関係がある。

【0038】ここで、磁石幅>>δのため、移動量xが増加するに従い、θは小さな値となってゆくため、θが小さい値での話として考察する。

【0039】このとき、 $\sin\theta = 1$ と近似できる。従って、 $\cos\theta = x / \delta$ となる。

【0040】このことより、移動に対する上述の復元力Fxは、数2で示され、可動体としての可動側永久磁石群56aの移動量xとの間に比例関係があり、弹性体

(ばね)としての役割を果たすことが理解できる。

【0041】

$$【数2】 F_x = F \cdot \cos\theta = (F/\delta) \cdot x = k \cdot x$$

但し、 $k = F/\delta$ で、ばね定数に相当する。

【0042】また、固定側電磁石群56b(電磁石)のソレノイド部(図示せず)の単位長さあたりn巻きに対し、流れる電流Iと磁束密度Bの関係は、数3で示される。

【0043】

$$【数3】 B = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

但し、 $\mu_0$ : 真空の透磁率 ( $= 4\pi \times 10^{-7}$  [N · A<sup>-2</sup>])

一方、断面積S、鉄心中の磁束密度B、透磁率μの可動側永久磁石群56a(磁石)の吸引力Fは、数4で示される。

【0044】

$$【数4】 F = 1/2 (1/\mu - 1/\mu_0) B^2 \cdot S$$

従って、この磁束密度Bを、固定側電磁石群56b(電磁石)に流す電流値を用いて可変にすることにより、磁気ばね定数  $k = F/\delta = 1/2 \cdot \delta (1/\mu - 1/\mu_0) B^2 \cdot S$  が可変となる。

【0045】次に、図4に示される粘性係数可変型磁気ダンパ58の構成例について説明する。

【0046】この磁気ダンパ58は磁束調整用の固定側電磁石58aとこの電磁石58aのN極とS極の間に挿入される矩形状の導電性可動部材58bとで構成される。そして、可動部材58bが動くと、この可動部材58bに渦電が発生し、ローレンツ力と呼ばれる抵抗力Fが発生する。この抵抗力Fは磁束密度Bと可動部材58bの速度vに比例する関係があるので、この機構は振動を止める減衰力(ダンバの役目)として用いることができる。そして、この抵抗力Fは、数5で示される。

【0047】

$$【数5】 F = (B^2 \cdot \beta \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot t \cdot v / \rho) \times 10^{-14} [\text{N}] = c \cdot v$$

但し、B: 空隙磁束密度 [gauss] ( $= 10^{-4}$  [Wb/m<sup>2</sup>])

$\rho$ : 可動部材(金属導体)の比抵抗 [ $\Omega \cdot \text{cm}$ ] ( $= 10^{-2}$  [ $\Omega \cdot \text{cm}$ ])

$\beta$ : 磁束密度及び導体の形状により定まる無次元表示の減衰係数

$b_1, b_2$ : 固定側電磁石の磁極端面の寸法

t: 可動部材の厚さ寸法

c: 磁気ダンバの粘性係数

従って、この場合も上述の数3より磁束密度Bを、電磁石を用いて可変にすることにより、上述の粘性係数c =  $(B^2 \cdot \beta \cdot b_1 \cdot b_2 \cdot t / \rho) \times 10^{-14}$  が可変となるものである。

【0048】ところで、冷凍装置本体12には移動に伴う振動を検出するための検出部として振動センサ62が

取り付けられて設けられている。さらに、この冷凍装置本体12には、振動を減少・防止するための制御部としてのマイコン64が設けられている。

【0049】このマイコン64の構成と動作概要について図5を参照して説明する。

【0050】図5において、マイコン64は制御中枢としてのMPU、制御用のプログラムが記憶された読み出し専用メモリーとしてのROM、MPUのワーキングエリアとしてのRAM、および外部との信号の入出力をを行うI/Oポートとを含む。

【0051】ユーザーが電源スイッチ66をON操作すれば、このON操作信号がマイコン64のI/Oポートを介して MPUに入力される。また、電源スイッチONにより稼動する冷凍装置本体12に発生した振動は振動センサ62により検出される。そして、振動センサ62で検出された信号は、検出信号として I/Oポートを介して MPUに入力される。

【0052】MPUでは、これらの入力信号に基づいて所定の処理動作が行われ、その結果磁気ばね56のばね定数kを変更するための電磁石制御信号が I/Oポートを介して固定側電磁石群56bのソレノイド(図示せず)に出力される。同様に磁気ダンバ58の粘性係数cを変更するための電磁石制御信号が I/Oポートを介して固定側電磁石58aのソレノイド(図示せず)に出力される。

【0053】次に、マイコン64のMPUの処理動作を図6に示す上述のROMに記憶されているプログラムのフローチャートに基づいて説明する。

【0054】図6において、スタートしてステップS1で初期化されてステップS3へ進む。ステップS3ではユーザーにより電源スイッチ66がONされているか否かを判断し、その結果が“YES”であれば、ステップS5に進み、振動体としての冷凍装置本体12の運転が開始される。

【0055】さらに、ステップS7に進み、磁気ばね56のばね定数k及び磁気ダンバ58の粘性係数cが共に最小となるように固定側電磁石群56b及び固定側電磁石58aを駆動させる制御がなされる。そして、ばね定数k及び粘性係数cが共に最小となった段階でステップS9に進み、振動センサ62によって検出された振動体としての冷凍装置本体12の振動値がMPUに入力される。ステップS11では検出された振動値が閾値以下か否かを判断し、その結果が“NO”で閾値より大きい場合にはステップS13に進む。ステップS13では、ばね係数k及び粘性係数cが所定量増加するように固定側電磁石群56b及び固定側電磁石58aを駆動させる制御がなされる。その後、ステップS9に戻り再度ステップS9からステップS11の制御が実行される。ステップS11における判断の結果が、“YES”で検出値が閾値以下の場合には、さらにはステップS15に進む。

【0056】そして、ステップS15において、現在の振動状態の検出値（振動値）がMPUに入力されてステップS17に進む。ステップS17では振動量が増加したか否かを判断し、その結果が“YES”で、増加しておればさらにステップS19で振動量が閾値以下か否かを判断し、その結果“NO”で、大きければ、ステップS7に戻り、ステップS7からステップS17の制御が実行される。

【0057】ステップS17において振動量が増加していないと判断された場合、およびステップS19において振動量が閾値以下と判断されて“YES”的場合、ステップS21に進む。ステップS21では、冷凍装置本体12の運転が停止か否かを判断し、その結果が“NO”で停止されない場合には、ステップS15に戻り、ステップS15以降の制御が実行される。冷凍装置本体12の運転が停止された場合、ステップS21により“YES”的の判断がなされて一連の制御動作が終了する。

【0058】この冷凍装置10の動作について考察すると、ユーザーが電源スイッチ66をON操作することにより冷凍装置本体12が稼動する。そして、ディスプレーサ32と圧縮ピストン36との反復運動により冷凍装置本体12に振動が生じる。この振動が、動吸振器系14により制御されて、減少・防止される。

【0059】すなわち、冷凍装置本体12に取り付けられた検出部としての振動センサ62により、稼動に伴う振動が検出される。冷凍装置本体12に取り付けられた制御部としてのマイコン64に、検出値が入力され、この検出値が閾値以下となるようにステップS1からステップS21のプログラムが記憶されているマイコン64により、磁気ばね56のばね定数k及び磁気ダンパ58の粘性係数cが自動的に調整制御される。磁気ばね56のばね定数k及び磁気ダンパ58の粘性係数cが可変制御されることにより、補助質量72の振動が制御される。この振動の制御された補助質量72の振動により、冷凍装置本体12に発生した振動が防止される。これにより冷凍装置10の振動が防止されることになる。

【0060】なお、本実施例では、反復運動部材の反復運動方向が揃えられた冷凍装置10を反復運動装置として示したが、反復運動部材の反復運動方向が複数存在する、例えば略直角に交わるような冷凍装置についても、夫々の反復運動によって生じる夫々の方向の振動を吸収

するよう、振動防止装置として複数の動吸振器系を設けるようにしてもよい。

【0061】また、補助質量をばね定数可変型磁気ばね及び粘性係数可変型磁気ダンパを併用して支持したが、通常のばねと粘性係数可変型磁気ダンパとの併用でも、また運転中の振動周波数がほぼ一定の場合は磁気ばねのみでも所期の目的を達成することができる。

【0062】さらに、本実施例において、動吸振器系14の取り付け場所は、反復運動により生じる慣性力作用線上若しくは近傍であれば、図1で示す場所に限定するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例であるスターリング冷凍装置の概略構成を示す図解図である。

【図2】スターリング冷凍装置の動作説明図である。

【図3】動吸振器系を構成するばね定数可変型磁気ばねの説明図である。

【図4】(a)及び(b)は動吸振器系を構成する粘性係数可変型磁気ダンパの正面説明図と側面説明図である。

【図5】マイコンを用いた制御回路のブロック図である。

【図6】図5のマイコンの処理動作を説明するフローチャートである。

【図7】従来の反復運動装置の一例である冷凍装置の構成を示す模式図である。

#### 【符号の説明】

10 …スターリング冷凍装置

12 …冷凍装置本体

30 14 …動吸振器系

26 …電動モータ

28 …クラシク

32 …ディスプレーサ

36 …圧縮ピストン

56 …ばね定数可変型磁気ばね

56 b …固定側電磁石群（ばね定数可変電磁石）

58 …粘性係数可変型磁気ダンパ

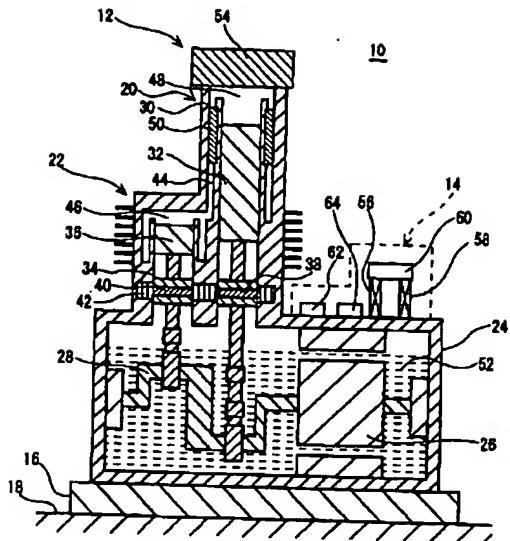
58 a …固定側電磁石（粘性係数可変電磁石）

60 …補助質量

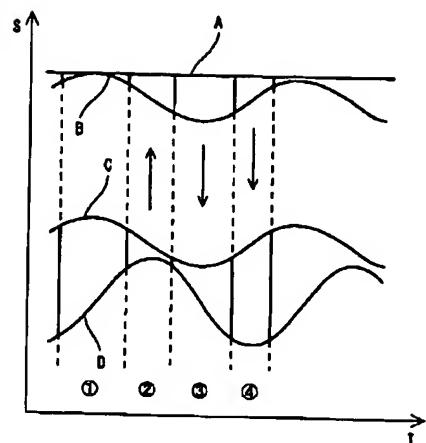
40 62 …振動センサ

64 …マイコン（MPU, ROM, RAMを含む）

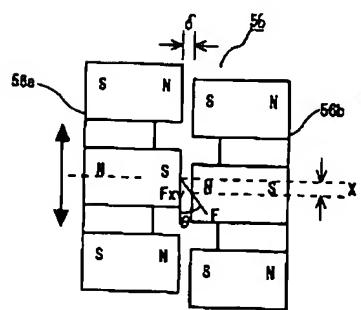
【図1】



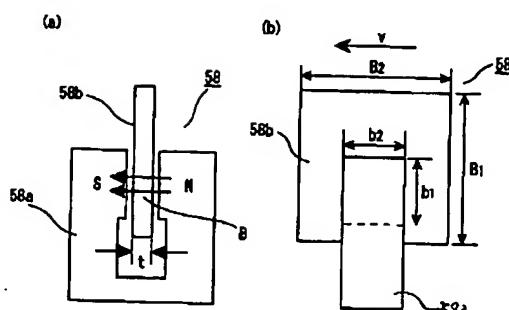
【図2】



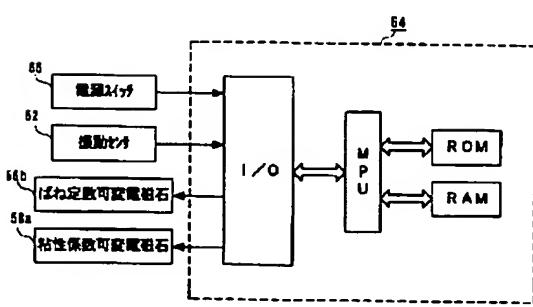
【図3】



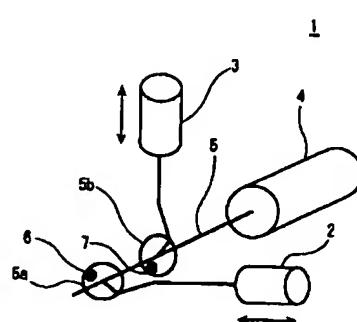
【図4】



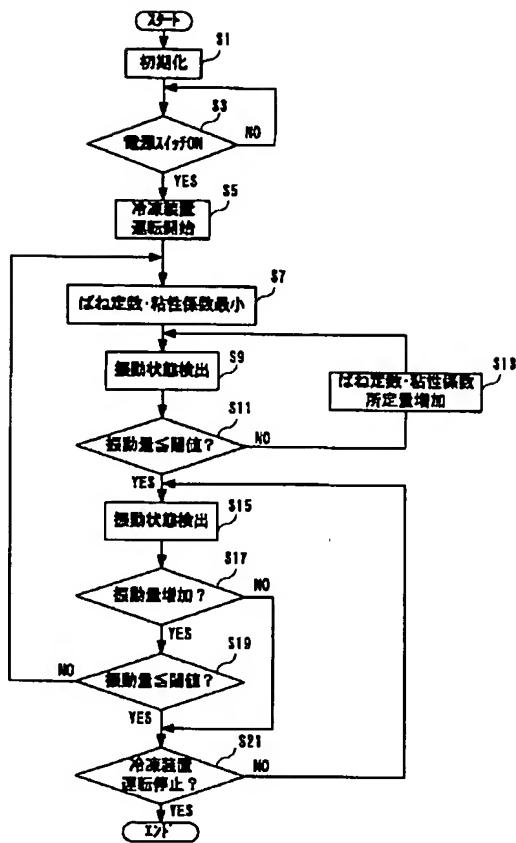
【図5】



【図7】



【図6】



PAT-NO: JP02001248682A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001248682 A  
TITLE: REPETITIVE MOTION DEVICE AND REFRIGERATOR  
PUBN-DATE: September 14, 2001

## INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
ITO, KAZUO	N/A

## ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
SANYO ELECTRIC CO LTD	N/A

APPL-NO: JP2000061781

APPL-DATE: March 7, 2000

INT-CL (IPC): F16F015/02, F16F015/03 , F25B009/14

## ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To damp varying vibration states by varying, according to the vibration frequencies, the spring constant k of a magnetic spring 56 and the coefficient of viscosity c of a magnetic damper 58 both constituting a dynamic vibration reduction system 14, along with an auxiliary mass 60.

SOLUTION: A refrigerator 10 as one typical example of a repetitive motion device includes the dynamic vibration absorber system 14 as vibration control equipment, which has a structure wherein the auxiliary mass 60 is connected to a refrigerator body 12 via the variable-spring constant magnetic spring 56 and variable-viscosity coefficient magnetic damper 58. When the refrigerator body 12 is operated by a drive source of an electric motor 26 to cause

vibration, a detection signal of a vibration sensor 62 is inputted to a microcomputer 64 in a control section, which executes internal processing to automatically vary the spring constant k and viscosity coefficient c with accordingly varied magnetic fluxes of electromagnets, with the result that the auxiliary mass 60 connected to the refrigerator body 12 is vibrated in the opposite phase to absorb the vibration of the refrigerator body 12 in phase with the power source frequency.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO